

Рассматриваемая ПГУ по энергетической эффективности близка разработанным ранее технологиям, однако применение более совершенных решений в тепловой схеме, позволяет рекомендовать ее к дальнейшей проработке. Переход на горячую газоочистку дает необходимый выигрыш в экономичности по сравнению с более сложными схемами на основе технологии КС.

Библиографический список

1. Гордеев С.И. [и др.] О предпроектной разработке гибридной угольной ПГУ с воздухоподогревателем / С.И. Гордеев, Н.В. Вальцев, Т.Ф. Богатова, Е.И. Левин, В.Л. Шульман, А.Ф. Рыжков, Н.А. Абаимов // Электрические станции. 2012. № 10. С. 17-21.

О МЕТОДАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАТРАТ ТЕПЛОТЫ И ТОПЛИВА ПО ВИДАМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ НА ТЭЦ

Горсткин Д.А., Суворов Д.М.

Вятский государственный университет, г. Киров

dmitriy.diel@gmail.com, dmilar@mail.ru

На сегодняшний день существует изрядное количество методов распределения затрат теплоты (топлива) на выработку электрической энергии и отпуск тепловой на ТЭЦ [1, 2]. Однако до сих пор нет однозначного ответа на вопрос о том, какой из них является наилучшим. В ходе данной работы был изучен и применен термодинамический метод в интерпретации [2]. Данные для расчетов были получены на математической модели турбины Т-50-12,7, построенной на базе реальных энергетических характеристик отсеков проточной части. Все расчеты велись с различными значениями тепловой и электрической мощности в режиме одноступенчатого подогрева сетевой воды с давлением 50 кПа в 7 отборе на нижний сетевой подогреватель (НСП), расход свежего пара в голову турбины составлял 50 кг/с, температура обратной сетевой воды – 40 °С. Значения, полученные по термодинамическому методу [2], сравнивались с результатами значений с использованием других известных методов расчета (физического, эксергетического, нормативного).

Суть термодинамического метода [2] заключается в трансформации реального цикла ТЭЦ в несколько обратимых циклов Карно, в которых теплота отводится в конденсаторе, регулируемых и нерегулируемых отборах. Для этого уравнение теплового баланса турбоустановки $Q_3 = Q_o - Q_m$ делят на одинаковое изменение удельной энтропии верхнего и нижнего источника теплоты конгруэнтного цикла Карно для каждого такого цикла.

Например: цикл Карно на НСП для исследуемых режимов:

$Q_{подв} = T_{o\text{ ср}} M_{нсп} (s_7 - s_{7к})$ – подведенная тепловая мощность;

$Q_{отв} = Q_{нсп} = T_{ср\ отв} M_{нсп} (s_7 - s_{7к})$ – отведенная тепловая мощность;

$Q_N = Q_{подв} - Q_{отв}$ – мощность турбины, получаемая на нижнем отборе,

где $T_{o\text{ ср}}$ – средняя абсолютная температура подвода теплоты в этом частном цикле, численно равная средней температуре подвода теплоты в цикле ТЭЦ; $T_{ср\ отв}$ – средняя абсолютная температура отвода теплоты; $G_{нсп}$ – расход пара на НСП; s_7 и $s_{7к}$ – удельные энтропии пара 7 отбора и конденсата этого пара соответственно.

Для того чтобы найти удельные расходы топлива (теплоты), необходимо вычислить произведение $T_{ср\ отб}M_{нсп}$, К·т/ч. Для дальнейших расчетов находится удельный расход топлива на один К·т/ч, общий для подвода теплоты частных циклах Карно:

$$b = B / T_{о\ ср} M_o,$$

где B – расход топлива энергетическим котлом, M_o – расход свежего пара.

Расход условного топлива на выработку тепловой мощности в НСП находится по формуле:

$$B_{нсп} = b T_{ср\ отб} M_{нсп}.$$

Соответственно, удельный расход топлива и удельный расход теплоты на выработку тепловой мощности для данного цикла:

$$b_{нсп} = b_m = B_{нсп} / Q_{нсп};$$

$$q_m = b_m / 34,1.$$

Сводные результаты расчетов

Поз.	Показатели, МВт		Показатели, МВт	b_o	b_m	q_o	q_m	$\underline{b}=q_m/q_o$
	Q_m	N_o		кг у.т./ГДж	кг у.т./ГДж			
1	79,78	40,62	Физический	153,698	37,085	1,252	1,088	0,869
			Эксергетический	287,329	18,185	2,340	0,533	0,228
			Нормативный	238,554	25,084	1,943	0,736	0,379
			Термодинамический	242,11	24,581	1,972	0,721	0,366
2	65,00	41,34	Физический	198,733	37,085	1,618	1,088	0,672
			Эксергетический	300,903	19,033	2,450	0,558	0,228
			Нормативный	257,603	26,683	2,098	0,783	0,373
			Термодинамический	269,50	24,581	2,195	0,721	0,328
3	55,00	42,31	Физический	225,728	37,085	1,838	1,088	0,592
			Эксергетический	308,075	19,487	2,509	0,571	0,228
			Нормативный	268,769	27,887	2,189	0,818	0,374
			Термодинамический	284,24	24,581	2,315	0,721	0,311
4	35,00	44,67	Физический	273,627	37,085	2,228	1,088	0,488
			Эксергетический	320,970	20,302	2,614	0,595	0,228
			Нормативный	291,776	30,651	2,376	0,899	0,378
			Термодинамический	308,90	24,581	2,515	0,721	0,287
5	25,00	45,81	Физический	295,919	37,085	2,410	1,088	0,451
			Эксергетический	327,993	20,759	2,671	0,609	0,228
			Нормативный	305,418	32,250	2,487	0,946	0,380
			Термодинамический	320,48	24,581	2,610	0,721	0,276
6	10,00	47,39	Физический	328,307	37,085	2,674	1,088	0,407
			Эксергетический	340,107	21,551	2,770	0,632	0,228
			Нормативный	329,901	34,987	2,686	1,026	0,382
			Термодинамический	337,80	24,581	2,751	0,721	0,262

Зная расход условного топлива на выработку тепловой мощности, а также отпуск пара внешнему потребителю (если он имеется), можно найти расход топлива на выработку электрической энергии, а, следовательно, и удельные показатели затрат топлива и теплоты:

$$B_{\text{э}} = B - \sum B_m;$$

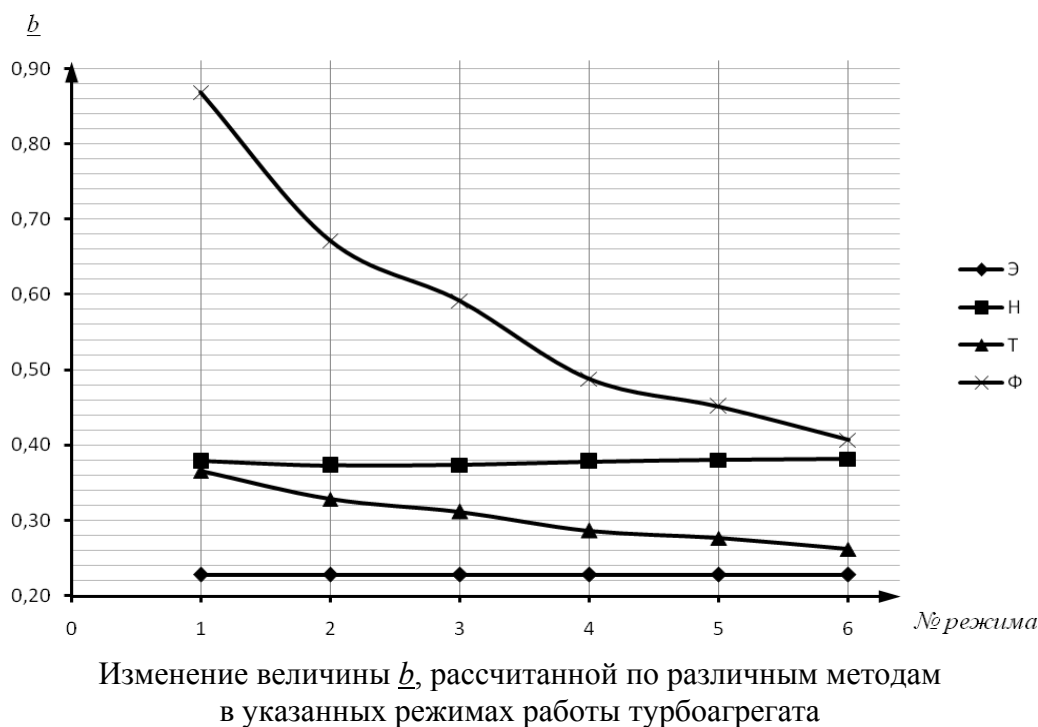
$$b_{\text{э}} = B_{\text{э}} / \text{Э},$$

где Э – количество выработанной электрической энергии;

$$q_{\text{э}} = b_{\text{э}} / 122,8.$$

Для сравнения исследуемых режимов использовался также показатель \underline{b} – отношение удельных расходов теплоты на выработку тепловой энергии к электрической. Результаты расчетов приведены в таблице.

Из таблицы видно, что значения \underline{b} занимают промежуточное положение между значениями эксергетического и нормативного метода. Однако, в отличие от двух вышеуказанных методов, значение \underline{b} при использовании которых практически не меняется, величина \underline{b} термодинамического метода наряду с \underline{b} физического метода меняет свое значение в достаточно широких пределах (рисунок). К достоинствам метода можно отнести отсутствие эмпирических коэффициентов и простоту использования.



На графике: Э – эксергетический метод, Н – нормативный метод, Т – термодинамический метод, Ф – физический метод.

Библиографический список

1. Киселев Г.П. Варианты расчета удельных показателей эффективности работы ТЭЦ. Методическое пособие. М.: МЭИ, 2003. 32 с.
2. Зайцев Е.Д. Метод расчета удельных расходов топлива на различные виды энергии, отпускаемой ТЭЦ // Современные научные исследования и инновации. Сентябрь 2012. № 9 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/09/16911>